

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑪ 実用新案出願公開

⑫ 公開実用新案公報(U) 昭64-15

⑤ Int. Cl. 4

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和64年(1989)1月5日

G 01 F 1/80

8706-2F

審査請求 未請求 (全 頁)

⑭ 考案の名称 質量流量計

⑰ 実 願 昭62-94543

⑱ 出 願 昭62(1987)6月19日

⑫ 考 案 者 雨 森 宏 之 神奈川県川崎市多摩区拵形3の10の10

⑬ 出 願 人 ト キ コ 株 式 会 社 神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3号

⑭ 代 理 人 弁 理 士 伊 東 忠 彦 外1名

## 明 細 書

### 1. 考案の名称

#### 質量流量計

### 2. 実用新案登録請求の範囲

被測流体が流入する流入管路と、該流入管路の流体流入方向に沿って延びる流出管路と、前記流  
出入管路の流体の流れ方向に直交するように前記  
流出入管路にそれぞれ設けられた開口と、該開口  
に接続されるように設けられたし字状のセンサ管  
路と、該センサ管路を振動させる加振器と、前記  
センサ管路の振動に伴うセンサ管路の変位を検出  
するピックアップとからなる質量流量計において、  
前記開口は前記流出入管路の流体の流れ方向に合  
致するように設けられ、前記し字状のセンサ管路  
はその端部がし字状の外方に位置するように折曲  
して設けられ、該折曲した端部を前記開口に接続  
してなる質量流量計。

### 3. 考案の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

本考案は質量流量計に係り、特に被測流体の質

量流量を直接計測する構成とされた質量流量計に関する。

#### 従来の技術

被測流体の流量は流体の種類、物性（密度、粘度など）、プロセス条件（温度、圧力）によって影響を受けない質量で表わされることが望ましい。従来、被測流体の質量流量を計測する質量流量計としては、例えば被測流体の体積流量を計測しこの計測値を質量に換算するいわゆる間接型質量流量計と、間接型質量流量計よりも誤差が小さく被測流体の質量流量を直接計測するいわゆる直接型質量流量計とがある。この種の質量流量計では特に流量をより高精度に計測できる直接型質量流量計として各々異なった原理に基づいた種々の流量計が提案されつつある。また、その中の一つとして振動するセンサチューブ内に流体を流したときに生ずるコリオリの力を利用して質量流量を直接計測する流量計がある。

例えば、従来のコリオリ力を利用する質量流量計は、内部に配管方向に延在する流入路と流出路

とを有する流量計本体と、U字状に形成され一端を流入路に連通し、他端を流出路に連通するように配管方向と直交する向きで流量計本体の開口に固着された一対のセンサチューブとを有してなる。この質量流量計では、一対のセンサチューブの先端側を互いに近接又は離間する方向（流量計本体の軸芯と直交する方向）に振動させて流れる流体の流量に比例するコリオリ力を発生させ、そのときのセンサチューブの変位をピックアップにより検出して質量流量を計測するようになっている。

#### 考案が解決しようとする問題点

上記コリオリの力を利用して流量を計測する質量流量計においては、U字状とされたセンサチューブの両端を片持ち梁状に流量計本体の開口に固着してなるため、センサチューブを振動させるとき、センサチューブの端部に応力集中が生じ疲労破壊を招くおそれがあるという問題点がある。

又、上記質量流量計ではセンサチューブをより小さな加振力で振動させることが望ましく、振動に伴ってセンサチューブに作用する応力がより小

さくなり機械的な寿命の長いことが要望されている。

そこで、本考案は上記問題点を解決するとともに、上記要望に応じた質量流量計を提供することを目的とする。

#### 問題点を解決するための手段及び作用

本考案は、上記質量流量計において、開口は流  
出入管路の流体の流れ方向に合致するように設け  
られ、U字状のセンサ管はその端部がU字状の外  
方に位置するように折曲して設けられ、折曲した  
端部を開口に接続してなり、管路を振動させると  
き、管路に過大な応力が作用することを防止して  
計測寿命を向上させるようにしたものである。

#### 実施例

第1図及び第2図(A)、(B)に本考案にな  
る質量流量計の一実施例を示す。各図中、質量流  
量計1は被測流体が流れる配管途中に設けられて  
いる。質量流量計1のベース2上にはセンサチュ  
ープ3、4を支持する上流側の支持部5と、下流  
側の支持部6とが固着されている。支持部5は内

部に所定容量の分流室 5 a を有し、分流室 5 a には流入管路 7 が連通する。又下流側の支持部 6 はその内部に所定容量の合流室 6 a を有し、合流室 6 a には流出管路 8 が連通している。

センサチューブ 3 と 4 とは夫々同一形状に形成されて上、下方向にずれた位置で対向し、1 点鎖線  $O, O'$  (第 1 図中) に沿う水平方向に平行に延在する。上側のセンサチューブ 3 は U 字形状に湾曲され流入管路 7 及び流出管路 8 の延在方向と直交する水平方向に延在する管路 3 a と、管路 3 a の一端を上流側の支持部 5 に接続する第 1 の曲部 3 b と、管路 3 a の他端を下流側の支持部 6 に接続する第 2 の曲部 3 c とよりなる。又、下側のセンサチューブ 4 は上記センサチューブ 3 と同様、U 字状の管路 4 a と、曲部 4 b, 4 c とよりなる。

第 3 図及び第 4 図に示す如く、曲部 3 b, 4 b は夫々一端が支持部 5 の外周面 5 b の開口 5 c に嵌合して固着され、他端が 90 度円弧状に曲げられて水平方向に延在してなる。又、曲部 3 c,

4 c も上記曲部 3 b, 4 b と同様一端が支持部 6 の外周面 6 b の開口 6 c に嵌合して固着され、他端が 90 度円弧状に曲げられて水平方向に延在する。尚、上記開口 5 c 及び 6 c は夫々流入管路 7 及び流出管路 8 の流体の流れ方向に合致するように設けられている。即ち、センサチューブ 3, 4 はその端部が U 字状の外方に位置するように折曲して設けられ、その折曲した端部を開口 5 c, 6 c に接続してなる。

従って、センサチューブ 3, 4 を後述するように振動させるとき、曲部 3 b, 3 c, 4 b, 4 c には振り応力が作用することになる。即ち、センサチューブ 3, 4 は従来の如く片持ち梁状に支持されておらず、上記曲部 3 b, 3 c, 4 b, 4 c を介して支持されているので、振動に対する強度がより向上している。

尚、被测流体は流入管路 7 より分流室 5 a 内に流入し、分流室 5 a で減速されたセンサチューブ 3, 4 に等しい分流比で 2 分される。さらに、分流された被测流体は曲部 3 b, 4 b、管路 3 a,

4 a、曲部 3 b、4 bを通過して合流室 6 aに至り、流出管路 8より流出する。このように、被測流体は分流室 5 a及び合流室 6 aが一時的に減速されるため、分流時及び合流時の流れがより安定する。従って、センサチューブ 3、4内の流れも安定する。

9は加振器で、管路 3 a、4 aのU字状の湾曲部 3 a<sub>1</sub>、4 a<sub>1</sub>の中間位置（第1図中、1点鎖線 0、0'の位置）間に設けられている。この加振器 9は実質電磁ソレノイドと同様な構成であり、管路 3 aに取付けられたコイル部 9 aと、一端をコイル部 9 aに嵌入し他端を管路 4 aに取付けられたマグネット 9 bとよりなる。従って、コイル部 9 aに通電が行なわれると、コイル部 9 aより磁界が発生し、その電磁力によりマグネット 9 bが駆動される。

即ち、一対のセンサチューブ 3、4は上記加振器 9により互いに離間する上、下方向に加振され、センサチューブ 3、4自体のパネ定数及びセンサチューブ 3、4内を流れる流量によって定まる固



有振動数で振動する。

10, 10' はピックアップで、管路3a, 4aの湾曲部3a<sub>1</sub>, 4a<sub>1</sub>の両側に設けられ、振動するセンサチューブ3, 4の相対変位を検出する。

第5図に示す如く、ピックアップ10は保持部材11を介して下側のセンサチューブ4に保持されたコイル部10aと、コイル部10aの上、下方向で対向するようにコ字状のブラケット12に設けられたマグネット10b, 10cとよりなる。尚、ブラケット12は上側のセンサチューブ3に固定されている。

センサチューブ3, 4が振動するとき、コイル部10aがマグネット10b, 10c間で上、下方向に変位するため、コイル部10aにはセンサチューブ3, 4の変位に応じた起電力が発生する。即ち、ピックアップ10はコイル部10aで得られた電圧によりセンサチューブ3, 4の変位を検出する。

尚、ピックアップ10' は上記ピックアップ

10と同一構成である。

ここで、上記構成になる質量流量計の流量計測動作につき、第6図乃至第8図を併せ参照して説明する。

第6図に示す如く、センサチューブ3、4は加振器9により加振され、管路3a、4aの湾曲部3a<sub>1</sub>、4a<sub>1</sub>を互いに離間又は近接させるように振動する。このように、センサチューブ3、4が振動するとき、センサチューブ3、4は夫々支持部5、6の外周面5b、6bに接続固定された曲部3b、4b及び3c、4cを軸として変位する。従って各曲部3b、4b及び3c、4cには曲げ応力ではなく、振り応力が作用することになる。

そのため、センサチューブ3、4の振動による応力を曲部3b、4b及び3c、4cの管全周の肉厚全体で受けることになる。よって、センサチューブ3、4の端部に応力集中が生ずることはない。

従って、一对のセンサチューブ3、4と支持部

5, 6との接続部分における機械的強度を高めることができるので、質量流量計1の計測寿命をより延ばして耐久性の向上が図られる。

又、センサチューブ3, 4を振動させるとき、各曲部3b, 4b及び3c, 4cには振り応力が作用するため、加振力が小さく済む。よって、小型の加振器9の使用が可能となる。

このように、振動するセンサチューブ3, 4内に被测流体が流れると、管路3a, 4aの湾曲部3a<sub>1</sub>, 4a<sub>1</sub>ではコリオリの力による振れが発生する。

第6図及び第7図中、センサチューブ3が上方向に角速度 $\omega$ で振られるときの1行程を考えてみる。

第6図中、センサチューブ3の基端側より先端側にいくほど振幅が大きくなるため、センサチューブ3内を流れる流体の垂直方向の速度も先端側ほど大きい。したがって、センサチューブ3の先端側にいくほど流体に加速度 $a$ がつき、また湾曲部3a<sub>1</sub>を通過した流出側では垂直方向の速度が

徐々に減少していくため、流体に負の加速度  $a$  がつく。この加速度  $a$  に対して加速度の方向と逆方向にコリオリの力  $F (=ma)$  が働く。

したがって第7図に示す如く、湾曲部  $3a_1$  が角速度  $\omega$  で変位するときセンサチューブ3の流入側と流出側では夫々反対方向に同じ大きさの力  $F$  が作用するため、センサチューブ3に振れが発生する。

又、上記の如く動作するセンサチューブ3の下方に位置するセンサチューブ4では、湾曲部  $4a_1$  が下方方向に角速度  $-\omega$  で変位する。従って、センサチューブ4においては、上記センサチューブ3と全く対称な形となり、センサチューブ3とは逆方向のコリオリ力  $F$  が作用する。よって、湾曲部  $4a_1$  が角速度  $-\omega$  で変位するとき、センサチューブ4にはコリオリ力による振れが発生する。このようなセンサチューブ3, 4の相対変位はピックアップ10, 10'により検出されており、ピックアップ10, 10'はセンサチューブ3, 4の振れ角度  $2\theta$  を時間差の信号として検出する。

なお、ピックアップ10, 10' が電磁ピックアップの場合、ある基準の電圧から他の異なる電圧に変化するまでの時間が流量に比例し、この時間を計測することにより流量が求まる。

即ち、センサチューブ3内を流れる流体の質量流量は第7図中P<sub>1</sub>点とP<sub>2</sub>点とがA-A軸を横切るときの時間差 $\Delta t$ に比例しており、センサチューブ3の振動周波数には関係がない。また、第8図に示す如く、ピックアップ10, 10' によって誘起される電圧は正弦波として計測される。第8図中線図Iは流入側のピックアップ10の検出信号、線図IIは流出側のピックアップ10' の検出信号で、線図I, IIによって両ピックアップ10, 10' から発生する電圧の位相差、すなわち時間差 $\Delta t$ が表わされる。

なお、両ピックアップ10, 10' の位相差信号は整形、増幅されたのち、時間積分により質量流量に比例した電圧信号となる。さらに、この電圧信号は周波数信号に変換され、出力回路(図示せず)より電圧パルス信号及びアナログ信号とし

て出力される。

又、上記実施例では上記一対のセンサチューブ 3、4 の相対変位による振れ角  $2\theta$  を検出することにより、一方のセンサチューブのみ流量計測する場合よりも、2 倍のコリオリ力を発生させ、より大きな電圧が得られ、計測精度が向上するといった利点がある。

又、配管等を介して外部からの振動が質量流量計 1 に作用することがある。このような配管振動等の外部振動による影響は、一対のセンサチューブ 3 と 4 との相対変位（又は相対速度）を検出することによりキャンセルされる。このため、上記質量流量計 1 においては外部振動の影響を受けずにセンサチューブ 3、4 内を流れる質量流量を計測しうるといった利点も有する。

第 9 図に本考案の変形例を示す。尚、第 9 図中、上記実施例と同一部分には同一符号を付してその説明は省略する。

第 9 図に示す如く、質量流量計 21 の一対のセンサチューブ 22、23 は上記センサチューブ 3、

4と同様、C字形状の管路22a, 23aを流入管路27, 流出管路8の延在方向と直交する水平方向に平行に延在させてなる。又、管路22a, 23aはU字状の曲部22b, 22c, 23b, 23cを介してベース2上に固着された支持部5, 6に支持されている。各曲部22b, 22c, 23b, 23cは支持部5, 6の外周面5b, 6bの開口5c, 6cに固着され水平方向に180度曲げられている。

従って、センサチューブ22, 23を振動させるとき、曲部22b, 23b及び22c, 23cには過大な曲げ応力ではなく、振り応力が作用する。そのため、曲部22b, 23b及び22c, 23cはセンサチューブ22, 23の変位を管全周の肉厚全体で支えることになり、振動に対する強度が向上している。

又、この変形例では、管路22a, 23aの矢印X, Y方向の長さ寸法の比 $L_1/L_2$ を大きくすることにより、管路22a, 23aでコリオリ力による振れ角 $\theta$ を大きくすることが可能となる。

尚、上記説明では電磁ピックアップを用いて説明したが、これに限らず例えば光センサ等を用いても良いのは勿論である。この場合、一方の光センサが流入側管路の動作を検出してから他方の光センサが流出側管路の動作を検出するまでの時間が流量に比例する。

#### 考案の効果

上述の如く、本考案になる質量流量計は、流量計測時センサ管路の振動により生ずる応力が折曲部に振り応力として作用するため、管路の端部に過大な曲げ応力が作用することを防止でき、又折曲した端部の管全周の肉厚全体で振り応力を受けるため、機械的な強度を向上させて計測寿命を延ばすことができる。さらに、センサ管路を加振する際の力が小さくて済み、小型の加振器を使用することが可能となる。又、一対の管路の相対変位を検出することにより、外部振動をキャンセルすることができ、配管振動等の影響を受けずに高精度に質量流量を計測できる。さらに、流体圧力がセンサ管路を開口より離間させる方向と直交する





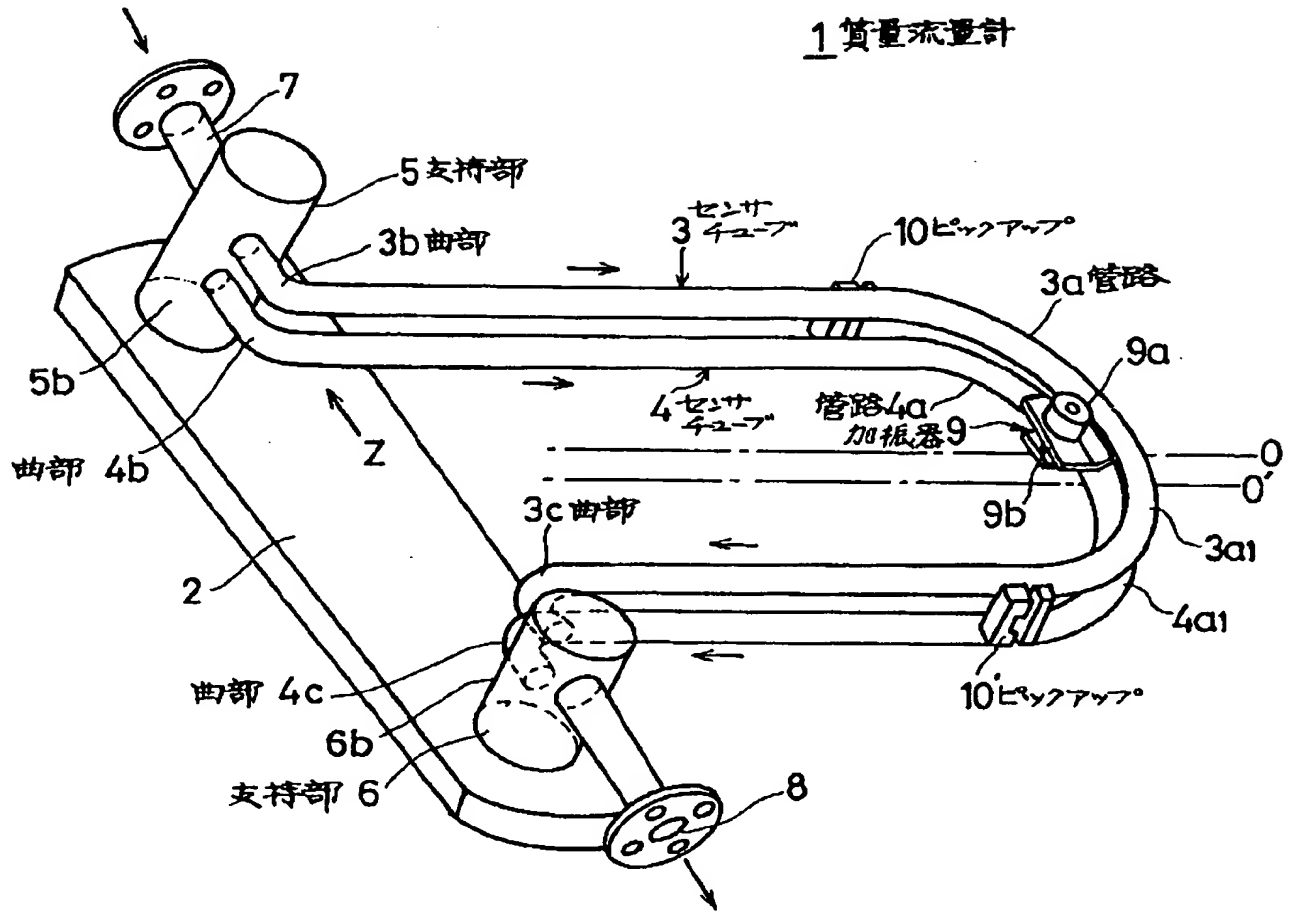
向きに作用することになり、流体圧力に対する強度が大とされ、また、端部が外方に拡がろうとするし字状のパネ性を利用して開口に折曲した端部を嵌合させることができるので組付を容易にできる等の特長を有する。

#### 4. 図面の簡単な説明

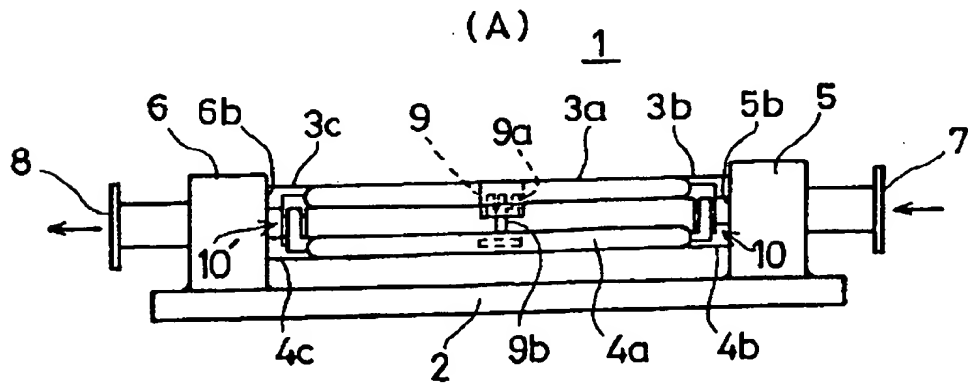
第1図は本考案になる質量流量計の一実施例の斜視図、第2図(A)、(B)は夫々センサチューブの延在方向及びその逆より見た側面図、第3図は本考案の要部の平面図、第4図は第1図中矢印Z方向より見た矢視図、第5図はピックアップの側面図、第6図及び第7図は流量計測時の動作を説明するための斜視図、側面図、第8図はピックアップの検出信号の波形図、第9図は本考案の変形例である。

1…質量流量計、3、4…センサチューブ、  
3a、4a…管路、3b、4b…第1の曲部、  
3c、4c…第2の曲部、5…支持部、6…支持部、  
9…加振器、10、10'…ピックアップ。

第 1 図

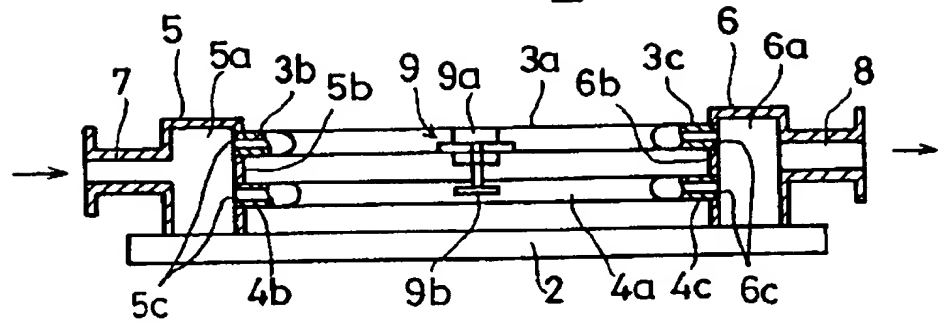


第 2 図

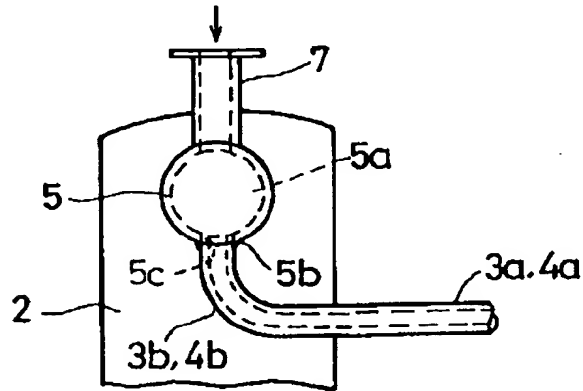


第 2 図

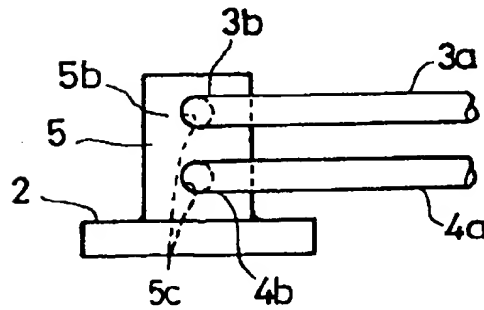
(B) 1



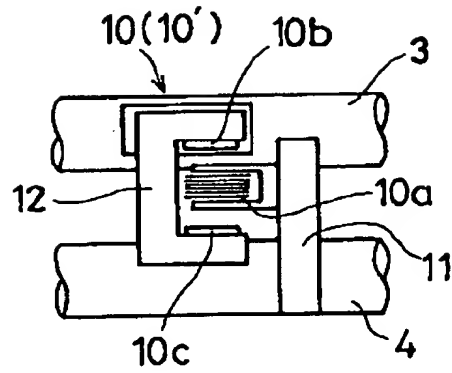
第 3 図



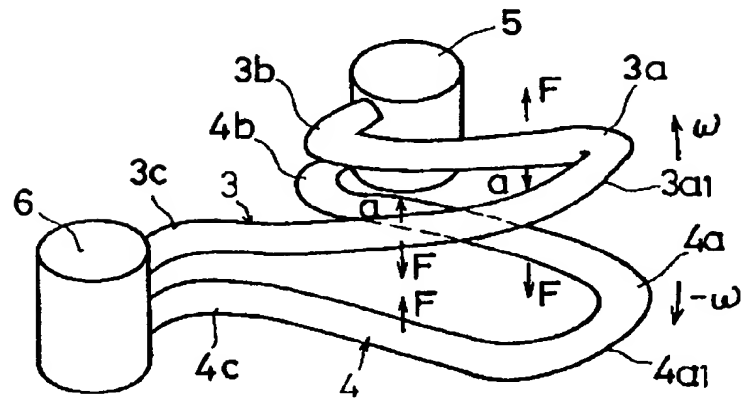
第 4 図



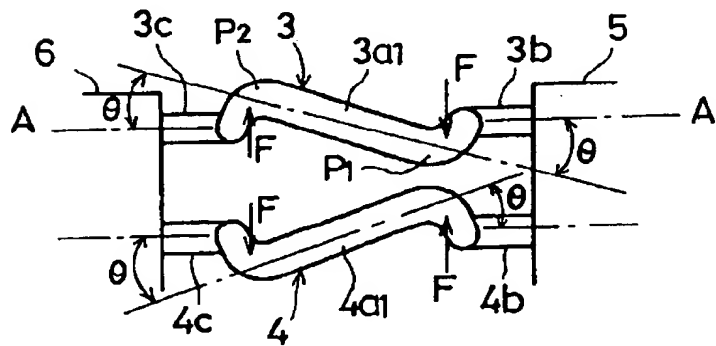
第 5 図



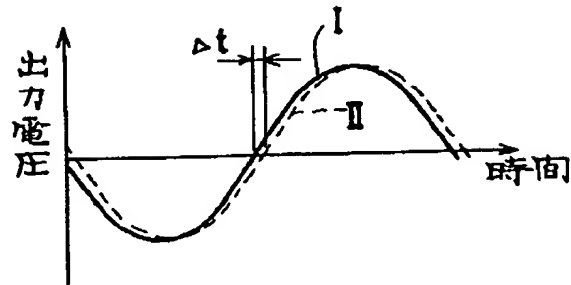
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図

